

办公楼宇照明节能用电系统研究*

郑阳平,张暑军

(承德石油高等专科学校计算机与信息工程系 承德 067000)

摘要 我国办公楼宇众多,照明用电浪费严重,管理落后,舒适性差,布线混乱。本文以物联网技术为核心,采用先进主流的 Zigbee 技术,应用 Zigbee 低速率、低功耗及组网灵活等优势,设计出办公楼宇照明节能用电系统,以综合智能的形式降低办公楼宇照明用电损耗,达到智能监控与节能环保的目的,为我国促进节能环保,发展“低碳经济”,建设资源节约型社会做出贡献。

关键词 办公楼宇;照明用电;节能;Zigbee;物联网

Research of Electrical System for Office Building Lighting Energy Saving

Zheng Yangping, Zhang Shujun

(Department of Computer and Information Engineering, Chengde Petroleum College, Chengde 067000, China)

Abstract Office building in our country is numerous, lighting electricity waste is serious, and there exists chaos such as poor management, poor comfort and wiring defects. Based on the Internet of things technology as the core, using advanced mainstream Zigbee technology and the advantages of the low rate, low power consumption and flexible networking, the office building lighting energy saving electricity system was designed to make office building lighting power loss lower in the form of integrated intelligent and to achieve intelligent monitoring, energy conservation and environmental protection. This technology can promote energy conservation and environmental protection in China, develop “low-carbon economy” and contribute to the construction of a conservation-minded society.

Key words office building, electric lighting, energy saving, Zigbee, Internet of things

1 引言

照明是日常生活中必不可少的一部分,与人们的生活和工作息息相关。随着电力短缺和紧张局面的出现,人们越来越重视节约能源和低碳环保。据统计,我国办公楼宇众多,主要包括政府机关、企事业单位、商业写字楼等,大部分办公楼宇的全年用电量在100 kWh以上,办公楼宇照明用电能耗约占这个办公楼宇用电能耗的25%左右,照明用电浪费现象也比较突出,如昼夜灯火通明,24 h 计算机不断电等,不但浪费了大量电力能源,也带来了极大的安全隐患。

随着《中华人民共和国节约能源法》、《节约用电管理办法》、《国务院办公厅关于开展资源节约活动的通知》等相关政策、法规的相继出台,鼓励用电单位进行节能改造,共同促进节能环保,发展“低碳经济”,建设资源节约型社会。

2 办公楼宇照明现状

照明系统的耗电量非常大,在办公楼宇中仅次于空调耗电。目前,国内办公楼宇大多采用行政管理手段进行干预,如“更换节能灯”、“随手关灯”等标识,这些都属于被动式的节能手段或措施,要么节能但浪费

* 2011年承德市科学技术研究与发展计划项目“基于物联网技术的办公楼宇照明节能用电系统的研究”(No.201121147)

金钱; 要么收效甚微, 节能效率一般不超过 10%, 没有从根本上解决办公楼宇用电系统的节能环保问题, 缺乏统一监控与管理。

传统的办公楼宇照明系统存在种种弊端, 很难满足人们对舒适性和节能的需求。主要表现在以下几方面。

(1) 电能浪费、有线用电网络布线难度增大

大多数办公楼宇的室内照明网络系统采用综合布线技术的有线用电网络, 对办公室、会议室和服务大厅等灯具的控制只能使用传统的手动对供电线路进行开和关。忘记关灯, 办公室没有人员情况下“灯火通明”、办公计算机不关机等现象屡屡出现, 造成了很大浪费。如果要对办公楼宇中灯光进行统一集中的管理和控制, 因重新布线所带来施工复杂、材料成本增加、布线混乱、线路老化、维护的难度较大, 给办公楼宇智能节能照明带来了不利影响。

(2) 统一实时监控管理较难, 存在较大安全隐患

传统办公楼宇照明系统相对落后, 对办公室内灯光的开启、关闭以及灯具损坏等情况无法及时获取信息, 只能通过办公楼宇值班人员在巡视过程中发现问题, 被动地解决问题。对各种漏电、短路、跳闸等现象不能及时发现, 存在较大安全隐患。也无法对办公楼宇照明用电系统每盏灯的电压、电流、功率等数据进行统计, 不能及时、快速地掌握办公楼宇灯光系统的运行状态。在照明控制方面比较单一, 只有开和关 2 种状态, 对灯具和仪器设备的寿命都有一定程度的影响。

(3) 灯具节能效率不高

现阶段办公楼宇的照明核心是办公楼宇室内照明, 办公室照明早期主要采用电感式灯具, 后期多采用电子式灯具, 电感灯具的电感镇流器不但消耗大量的电能, 对于线路的要求也是电子灯具的一倍, 对于开关的要求也相应提高, 并存在频闪和噪音问题。电子灯具由于荧光灯发光原理的影响, 灯具效率不高, 且荧光灯寿命较短, 更换维护成本较高, 实现智能化

管理难度很大。采用 LED 灯具, 寿命保证在 25 000 h 以上, 且相对于普通荧光光源, 实现节能 30% 以上, 能有效地快速降低办公楼的能耗。

针对以上问题, 以物联网技术为核心, 利用 Zigbee 技术很好地解决了办公楼宇照明系统的监控和节能问题。

3 技术分析

Zigbee 技术是一种新兴的短距离无线通信技术, 由 IEEE802.15.4 标准定义, Zigbee 体系结构是一个多层结构, 如图 1 所示。网络层、应用支持子层由 Zigbee 技术联盟制定, 其中, 应用层的框架包括应用支持子层 (APS)、Zigbee 设备对象 (ZDO) 和由制造商制订的应用对象。Zigbee 技术具有低速率、低功耗及组网灵活等特点, 在消费电子、智能家居、建筑自动化、工业控制等领域具有广阔的应用前景。Zigbee 技术具有以下优势。

① 作为智能照明的一大特色, 实际上无线控制早在 2005 年就已经有被应用到照明控制中, 由于种种技术瓶颈和成本限制, 使得其直到现在才成为市场主流。目前市场主流的无线传输标准有 Zigbee、蓝牙以及 Wi-Fi 等。业内人士表示, 蓝牙的传输距离较短, 且传输通道少; Wi-Fi 的功耗大, 且设备成本较高。因此, 对于家居/办公照明来说, Zigbee 更具有技术和成本 2 方面的优势, Zigbee 现在已经成为智能照明主流, Zigbee 联盟开发新的 LED 照明控制开放 Zigbee Light Link 标准的制定和认证已完成。这一标准将帮助制造商开发出各种照明和控制产品, 从而为经销商和消费者带来多种可互通的无线控制照明产品。

② Zigbee 技术网络容量很大, 理论上一个协调器能容纳 65 535 个节点, 每个路由节点可容纳 256 个节点。通信最大距离可以从 10~75 m 扩展到几千米。通常, 可以用一个协调器来控制一个办公室区域, 这在办公楼宇照明系统应用上具有其他技术无法比拟

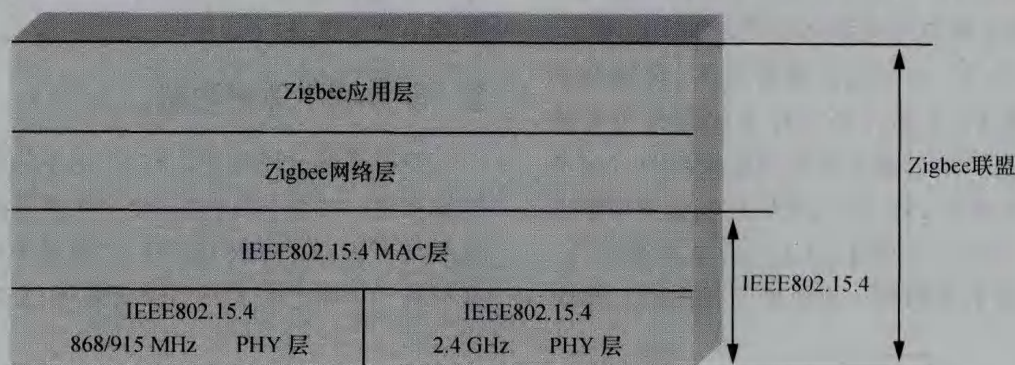


图 1 Zigbee 体系结构

的优势。

③ Zigbee 低功耗,低成本,低速率。在楼宇办公系统中,需要传输的数据量较少,符合 Zigbee 技术低速率、网络运行稳定的特点,利用 Zigbee 技术低功耗的特点,实现节能的目的。它能够以 2 节 5 号电池工作长达 6~24 个月的时间。Zigbee 工作在 2.4 GHz 的免费频段上,不会像使用 GPRS(通用分组无线服务技术)一样浪费许多无线电的资源。

④ Zigbee 技术是一种自组织网络,网络拓扑结构可以随意变动,而且 Zigbee 网络具有自愈功能,网络不会因为一个或几个节点出现故障而瘫痪;也不会因为增加一个或几个节点而影响整个网络的工作。Zigbee 技术可以多跳路由,与普通的多跳不同,自组织网络的多跳路由是一个普通的节点来完成的。

4 办公楼宇照明节能系统设计

为实现办公楼宇照明系统的节能和统一集中监控管理,从办公服务大厅照明、会议室照明、办公室照明和公共区域照明用电(走廊、楼梯、卫生间等)4 个典型的办公区域分析设计办公楼宇智能节能控制系统,系统架构如图 2 所示。本系统采用 Zigbee 自组织网络的方式,由协调节点、路由节点、终端节点组成一个星型网络拓扑结构的无线传感网,将服务大厅、会议室照明、办公室照明及公共区域照明等终端节点连成一个智能控制用电网络,避免有线布线成本高、难度大等缺点。利用 Zigbee 技术实现办公楼宇节能用电控制,不但使用简单方便,控制灵活,还能够根据环境来调整和控制办公照明,达到低碳、节能、环保的目的。

(1) 协调节点

协调节点负责建立网络,通过 RS-232 总线与控制中心的服务器或管理计算机相连接,实现控制信息在控制中心与终端节点之间进行数据通信,实现灯光开启、关闭、亮度调节及照明模式的选择等。也可以通

过 GPRS 方式与控制中心连接,通过远程终端设备发送指令到控制中心,由控制中心做出相关响应信息,经由协调器节点,到达各个终端节点,选择灯的亮、灭及亮度,选择相应的节能用电模式。

(2) 控制中心

控制中心是方便用户管理和控制办公楼宇照明用电的系统,需要增加一台服务器或一台管理计算机。控制中心通过 RS-232 总线或 GPRS 方式来监控或控制办公楼宇整个网络,可以查看各个节点的工作状态,发送照明控制信号,还可以设置办公楼宇中各个终端节点的照明模式。控制中心通过 Zigbee 无线传感网络在协调节点与传感器节点之间进行数据信息交换,带有射频收发器的无线传感器节点通过对办公区域光线强度、人员定位等事物的感知,分析、处理并传送给协调节点,使控制中心能够采集办公楼宇照明各个节点相关信息,实现对办公现场的灯光进行有效监控与管理。

(3) 终端节点

终端节点是办公楼宇照明系统的主要控制对象,包括若干个路由节点和若干个无线传感节点,无线传感节点分别安装在办公楼宇中的服务大厅、会议室、办公室和公共办公区域中,负责办公楼宇照明信息感知和信息预处理。终端节点以办公楼宇的房间为单位,每一房间包括一个路由节点和若干个无线传感节点,每个节点上有一个主控模块(单片机)和无线收发模块(如 CC2430),每个房间自成体系,方便灯具使用人员调节合适的照明,总体按照区域照明、定时照明和节能照明模式预制进行灵活的计划配置。无线传感器按照服务大厅、会议室、办公室和公共区域的实际情况,依据无线传感器的覆盖范围及空间位置的大小来确定实际安装红外传感器的个数和位置。安装多种类型的传感器 Zigbee 节点,包括红外无线传感、光感无线传感和声控无线传感。办公楼宇终端节点分布模

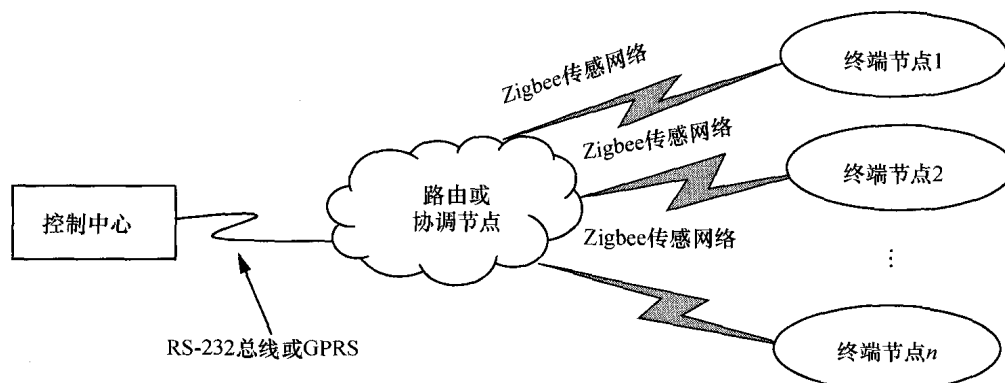


图 2 办公楼宇照明节能用电系统架构示意

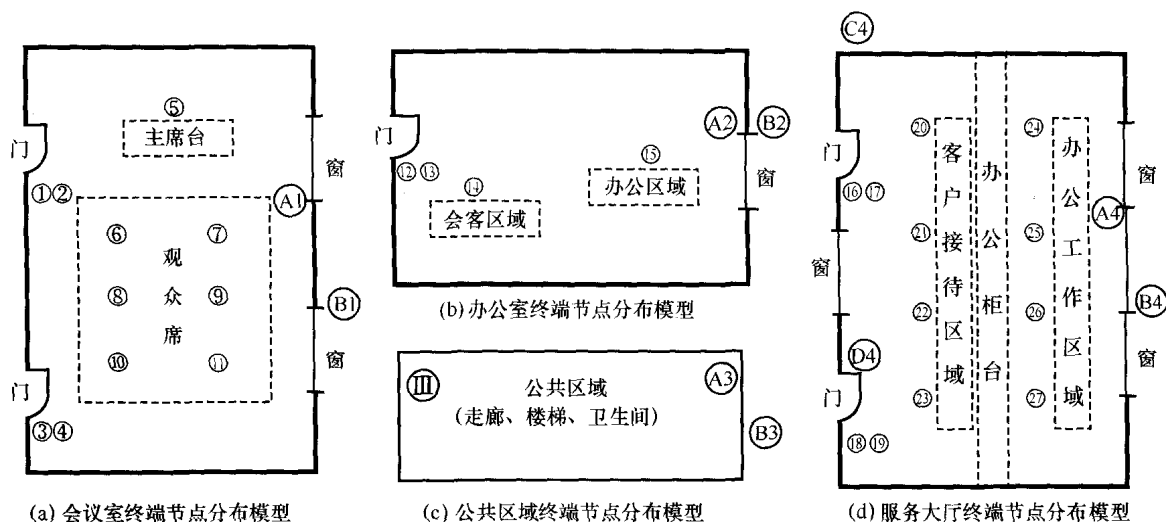


图3 办公楼宇终端节点分布模型

型如图3所示。

图3中①到⑳号为红外传感,①、②、③、④、⑫、⑬、⑯、⑰、⑱这10个传感器每2个一组,负责会议室、办公室和服务大厅进出人员判断,并统计室内人数。如传感器是从①到②的顺序,则检测进入室内的人员,每次感应计数器增加1;反之,如果传感器是从②到①的顺序,则检测离开室内的人员,每次感应计数器减1。当室内人员人数为0时,自动关闭室内灯光。当室内有人时,根据光线强度及人员位置,开启或调节室内照明模式。

⑤号传感器安装在会议室主席台的上方,检测控制主席台的光线,还可以根据是否使用投影来控制会议室的照明模式。⑥~⑩、⑪、⑭、⑮、⑳~㉑这16个红外传感节点负责室内人员定位,根据传感器采集到的信息,判断该传感器附件区域是否有人,如果有人,发送感知信息到控制中心,打开此区域的灯光。如果该传感器附件区域没人,则关闭该区域的灯光。

㉒、A2、B2、A3、B3、A4、B4、C4、D4这10个光感传感器节点负责光线强度的判断,一个安装在室内,一个安装在室外,如A1安装在室内,B1安装在室外,根据2个节点采集信息,判断是否需要开启室内灯光。需要注意的是,将室内光感传感器安装在窗帘能遮挡住的地方,可以满足视频会议对光的需求,或使用投影时,拉上窗帘后,根据⑤传感器的指令,启动适合的照明模式,同时可以避免白天拉上窗帘,室内灯光在亮和灭之间进行无终止的循环。

服务大厅面积一般较大,以中间办公柜台为分界线,分2个区域控制服务大厅的照明系统。根据A4、B4传感器采集服务大厅室内外光感信息,判断办公工作

区域灯光是否开启,开启什么样的照明模式;C4、D4传感器采集服务大厅室内外光感信息,判断客户接待区域灯光是否开启,开启什么样的照明模式,已实现分区域管理和控制。

对办公楼宇室内智能照明流程的分析以会议室照明用电控制流程为例,如图4所示,其他如办公室、服务大厅的照明控制流程与其类似。公共区域照明主要包括走廊、楼梯和卫生间的照明用电,以声控为主光感辅助。在楼梯、走廊和卫生间均安装声音传感器节点III和光感传感器节点A3、B3,利用光传感器的亮度检测进行时间控制,然后利用声控传感器感知事物存在,开启或关闭灯光。

5 结束语

办公楼宇智能节能用电系统,利用计算机、无线通信数据传输技术以及节能型电器控制等技术组成分布式无线控制系统,来实现对照明设备的智能化控制。以物与物相连的物联网技术为核心,充分发挥Zigbee技术低功耗、成本低、网络容量大、2.4 GHz 免费工作频段等优势,研究设计出办公楼宇智能节能照明系统。可以根据办公楼宇室内是否有人,人员的具体位置和室内光线的强弱,自动开启、关闭灯光,自动调节室内照明模式,不但满足办公人员对照明条件的需求,还实现了智能控制,凸显安全、节能、舒适、高效的特点。新办公楼宇照明节能用电系统照明用电采用28 W的节能灯或LED灯,使得该系统节能效果更加明显,应用领域更加广泛,可以扩展到家居住宅、图书馆、商场等领域。预计改进后一年的办公楼宇照明用电可节省30%以上,将产生很大的经济/社会效益,为

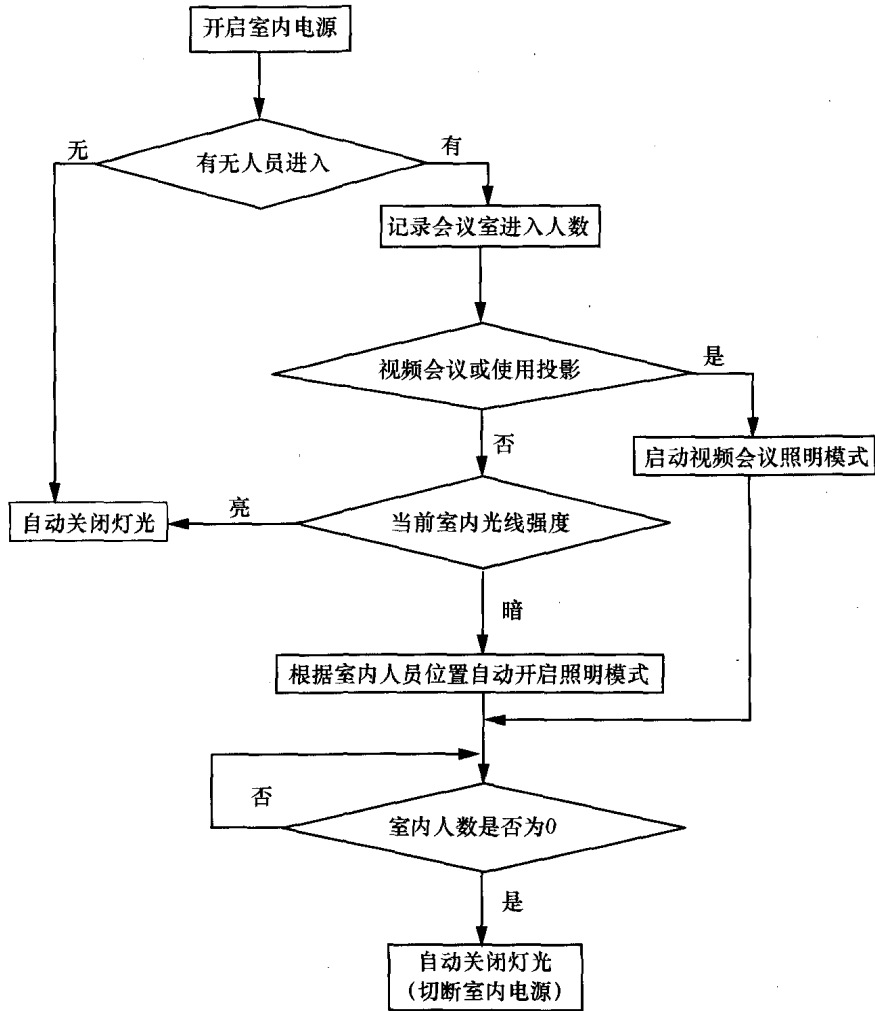


图 4 办公楼宇会议室照明用电控制流程

我国促进节能环保,发展“低碳经济”,建设资源节约型社会做出贡献。

参考文献

1 IEEE802.15.4.Part15.4:Wireless medium access control and physical layer specification for low-rate wireless personal area

network,2004
 2 徐立波,鲍可进.智能节能用电系统的研究与设计.计算机工程与应用,2011(6)
 3 周晓伟,蔡建平,郑增威等.基于 Zigbee 传感网的楼宇智能照明控制系统的设计与实现.计算机工程与科学,2009(8)
 4 张绪伟,段培永,李连防等.基于 Zigbee 网络的校园照明控制系统的设计.信息技术与信息化,2008(4)

(上接第 32 页)

软件具有极好的应用性。当然,该软件还存在一些不足,如不能对数据进行自动分析,提供可选战术决策建议等,有待进一步完善。

参考文献

1 中国船舶重工集团公司. 海军武器装备与海战场环境概论.北

京:海洋出版社,2007
 2 李人厚,张平安.精通 MATLAB 综合辅导与指南.西安:西安交通大学出版社,1997
 3 关帅,孙雅因,朱清浩.一种潜艇作战软件质量评估的新方法,中国舰船研究,2008,3(5):54~56
 4 陈上及,马继瑞.海洋数据处理分析方法及其应用.北京:海洋出版社,1991